

10/593191

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050427

International filing date: 01 February 2005 (01.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 013 680.7  
Filing date: 18 March 2004 (18.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 18 February 2005 (18.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

04 02 2005



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2004 013 680.7

**Anmeldetag:** 18. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Lichtquelle für Bilderzeugungseinheit

**IPC:** G.02 B, B 60 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Januar 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer

# Lichtquelle für Bilderzeugungseinheit

Die Erfindung betrifft eine Lichtquelle mit mindestens einem Leuchtmodul und einem Ansteuermodul mit einer Ansteuerelektronik. Außerdem ist eine Bilderzeugungseinheit für ein Head-Up-Display mit einer erfindungsgemäßen Lichtquelle Gegenstand der Erfindung.

Lichtquellen und Bilderzeugungseinheiten der eingangs genannten Art sind bereits aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 198 58 591 A1 bekannt. Die hohen Anforderungen, insbesondere im Falle eines hohen Fremdlichtanteiles aus der Umgebung, an die Helligkeit der für ein Head-Up-Display zu verwendenden Lichtquelle bei gleichzeitig nur kleinem zur Verfügung stehenden Bauraum stellen die Entwicklung andauernd vor. eine große Herausforderung. Die mittels Leuchtmitteln erzeugbare Helligkeit ist entweder so gering, dass eine Vielzahl von Leuchtmitteln, beispielsweise normale Halbleiterleuchtdioden, oder das einzelne Leuchtmittel eine so hohe als Wärme abzuführende Verlustleistung aufweist, dass der Aufwand und der Raumbedarf für eine Kühlung den gegebenen wirtschaftlichen und technischen Randbedingungen nicht mehr entspricht.

Ausgehend von den Problemen des Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Lichtquelle zu schaffen, welche bei nur geringem Raumbedarf eine besonders hohe Helligkeit erzeugen kann, wobei die Anordnung auch den Anforderungen an die Serientauglichkeit bei der Verwendung für ein Head-Up-Display im Automotive-Bereich gerecht werden soll.

Zur Lösung des Problems wird erfindungsgemäß eine Lichtquelle der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei welcher das Leuchtmodul und das Ansteuermodul jeweils ein eigenes Träger-

element aufweisen, nämlich das Leuchtmodul ein erstes Träger-  
element und das Ansteuermodul ein zweites Trägerelement auf-  
weist und das Leuchtmodul und das Ansteuermodul mit einem ge-  
meinsamen Träger in zueinander befestigender Verbindung ste-  
5 hen, wobei das Leuchtmodul mit dem Ansteuermodul mittels  
elektrischer erster Leitungen in Verbindung steht, welche  
derart ausgebildet sind, dass thermisch verursachte Relativ-  
bewegungen zwischen dem Ansteuermodul und dem Leuchtmodul von  
der Verformung der Leitungen zerstörungsfrei aufgenommen wer-  
10 den.

Ein entscheidender Vorteil liegt in dem modularen Aufbau der  
Lichtquelle, welcher je nach Anforderungen an die Helligkeit  
zusätzliche Leuchtmodule zu einem Ansteuermodul zuzuordnen  
15 zulässt. Dieser modulare Aufbau erfüllt hohe Anforderungen an  
die Standardisierung, was die Kosten der Serienfertigung ek-  
latant reduziert.

Die Zuordnung von Trägerelementen zu dem Leuchtmodul bzw. dem  
20 Ansteuermodul erhöht zudem die Handhabbarkeit dieser Bauele-  
mente im Rahmen der Montage. Besondere Vorteile bringt außer-  
dem die elektrische Verbindung zwischen dem Ansteuermodul und  
dem Leuchtmodul mittels der ersten Leitung mit sich, die der-  
art ausgebildet ist, dass sie thermisch verursachte Relativ-  
25 bewegungen zerstörungsfrei übersteht. Hierzu ist es insbeson-  
dere sinnvoll, diese Leitungen bogenförmig anzuordnen, so  
dass sich in Abhängigkeit von der Relativbewegung die Geomet-  
rie des Bogens verändert, was verhältnismäßig geringe Anfor-  
derungen an die Verformbarkeit des für die erste Leitung ver-  
30 wendeten Werkstoffes stellt. Die mechanische Entkopplung der  
erfindungsgemäß modularen Ausbildung der Lichtquelle verrin-  
gert insbesondere die Höhe der auftretenden thermisch verur-  
sachten Spannungen, insbesondere während transients thermi-

5 scher Vorgänge, was den Bereich höherer Temperaturgradienten und Temperaturtransienten sowie höherer Temperaturniveaus eröffnet. Die höheren zulässigen Temperaturen verringern gleichzeitig die Anforderungen an die Kühlung und ermöglichen eine raumsparendere Bauweise.

10 Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die elektrischen ersten Leitungen zur Verbindung des Leuchtmoduls mit dem Ansteuermodul als Bonddrähte ausgebildet sind. Erst dadurch, dass die erfindungsgemäße Befestigung des Leuchtmoduls zu dem Ansteuermodul mittels eines gemeinsamen Trägers erfolgt, können Bonddrähte an dieser Stelle verwendet werden. Hierzu ist es zweckmäßig, die entsprechenden Kontakte der Ansteuerelektronik bzw. des Leuchtmoduls mit bondbaren  
15 Oberflächen zu versehen, beispielsweise auf Gold-Nickel-Basis, Silber-Platin-Basis oder Silber-Palladium-Basis. Mit Wire-Pull-Tests wurden hervorragende Ergebnisse bei den zu ertragenden Temperaturen erzielt. Zum mechanischen Schutz dieser Verbindung kann der entsprechende Bereich mittels  
20 Kunststoff abgedeckt werden, zum Beispiel mittels eines Harzes oder SIL-Gels.

25 Eine hohe Lebensdauer bei gleichzeitig konstanter Leuchtkraft weist die Lichtquelle auf, wenn das Leuchtmodul mindestens einen Halbleiterchip aufweist, der auf einer Leiterschicht in elektrisch leitender Verbindung mit der Leiterschicht angeordnet ist. Der Durchmesser des Halbleiterchips kann hierbei bis zu 1 mm betragen, wobei sich gewünschte Größenordnungen der Leuchtleistung bei einem Diagonalmass von etwa 0,5 mm erzielen lassen. Sehr gute Ergebnisse hinsichtlich der Helligkeit bei akzeptabler Wärmeentwicklung lassen sich mit einer flächigen Ausdehnung der einzelnen Halbleitchips von 0,5 m<sup>2</sup>  
30

bis  $1,5 \text{ m}^2$ , insbesondere bei etwa  $1 \text{ m}^2$  erzielen, wobei die Leistungsaufnahme bei einem  $1 \text{ m}^2$  ca. 500 mW beträgt.

Kostengünstig kann die Befestigung des Leuchtmoduls und/oder  
5 des Ansteuermoduls an dem Träger mittels Klebstoff erfolgen.

Die Vorzüge des modularen erfindungsgemäßen Aufbaus kommen voll zur Geltung, wenn einem Ansteuermodul mehrere Leuchtmodule zugeordnet sind.

10

Die von dem Werkstoff der einzelnen Bauelemente gesetzten Grenzen lassen sich noch besser ausnutzen, wenn an dem Ansteuermodul und/oder an dem Leuchtmodul ein Temperatursensor angeordnet ist. Eine gute Lösung ist hierbei die Verbindung  
15 von Temperatursensoren mit dem Leuchtmodul, was an dieser Hauptwärmequelle, insbesondere bei transienten Temperaturverläufen, maximale Leistungen ermöglicht. Zur Reduzierung der Kosten für die regelmäßig in einer Mehrzahl an das Ansteuermodul anzukoppelnden Leuchtmodule kann der Temperatursensor  
20 auch an das eine erhebliche Verlustleistung aufweisende Ansteuermodul thermisch angekoppelt werden. Höchste Ausnutzung der Werkstoffe ergibt sich, wenn sowohl an den Leuchtmodulen als auch an dem Ansteuermodul eine entsprechende Temperatursensorik vorgesehen ist.

25

Auf Grund des erfindungsgemäßen modularen Aufbaus sind Leistungsaufnahmen von mindestens 0,5 Watt pro Halbleiterchip möglich und zur Erzielung der gewünschten Helligkeit zweckmäßig.

30

Um die thermische Belastbarkeit der Leuchtmodule weiter zu erhöhen, kann die Leiterschicht auf einem Trägerelement aus Keramik aufgebracht sein. Diese Keramik kann sinnvoll als



wärmeleitender Hybrid, insbesondere als Aluminiumoxidkeramik ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ausgebildet sein. Gute Ergebnisse bei der Abführung der Verlustwärme ergeben sich, wenn die Keramik einen Wärmeleitkoeffizient von mindestens 5 K/W aufweist, wobei sie zweckmäßig als elektrischer Isolator ausgebildet ist. Obgleich die Keramik als erstes Trägerelement ausgebildet sein kann, ist es für die Handhabbarkeit sinnvoll, die Keramik als drittes Trägerelement auszubilden und an dem ersten Trägerelement in einem Zwischenschritt der Fertigung zu befestigen.

10

Um den hohen thermischen Belastungen standzuhalten und dennoch die Anforderungen an die elektrischen Leitungen zu erfüllen, ist es sinnvoll, wenn die Leiterschicht zumindest teilweise aus einem Gemisch umfassend Silber und Platin besteht. Hierbei kann die Leiterschicht Leiterbahnen umfassen, welche mit der von der Leiterschicht fort weisenden Seite des Halbleiterchips mittels mindestens einer zweiten als Bonddraht ausgebildeten elektrischen Leitung in Verbindung stehen.

20

Mit Vorteil kann die elektrische Anbindung der Leiterschicht mittels einer elektrischen Leitung an zu dem Ansteuermodul führenden Leitungen, die vorzugsweise Bestandteil einer Leiterplatte sind, erfolgen, die als Bonddrähte ausgebildet sind, so dass die hohen hier anstehenden Temperaturen dauerhaft ertragen werden können. Die Anbindung ist zweckmäßig mittels einer Kunststoffvergussmasse gegen äußere chemische und mechanische Einflüsse geschützt.

25

30 Besonders flexibel ansteuerbar hinsichtlich der Helligkeit und des Farbortes wird die Lichtquelle, wenn das Leuchtmodul mehrere Halbleiterchips umfasst, und die Leiterschicht sowie die Verbindung der Leiterschicht zu den Halbleiterchips der-

art ausgebildet ist, dass mindestens zwei Halbleiterchips mittels der Leiterbahnen voneinander unabhängig mit elektrischer Spannung beaufschlagbar sind. Auf diese Weise sind besonders hohe Dimmraten und eine besonders hohe Flexibilität in der Wahl des Farbortes möglich.

Eine hervorragende Leitfähigkeit bei hohen Betriebstemperaturen kann erreicht werden, wenn die Leiterschicht zumindest teilweise aus einem Gemisch umfassend Silber und Platin besteht. Während der Herstellung ist dieses Gemisch zumindest zeitweise pastös und wird vorzugsweise mit Siliziumdioxid an dem Bestimmungsort aufgetragen, wo es anschließend einem Schmelzverfahren unterzogen wird. Zur Spannungsversorgung der Halbleiterchips ist es sinnvoll, wenn die Leiterschicht Leiterbahnen umfasst, welche mit der von der Leiterschicht fortweisenden Seite des Halbleiterchips mittels mindestens einer zweiten als Bonddraht ausgebildeten elektrischen Leitung in Verbindung stehen. Für den Bonddraht ist vorzugsweise ein besonders temperaturbeständiger und bei diesen Temperaturen auch gut leitfähiger Werkstoff zu wählen, beispielsweise Gold. Zum Schutz gegen insbesondere mechanische und chemische Einflüsse von außen kann diese Anordnung bestehend aus dem Halbleiterchip und der Kontaktierung mittels des Bonddrahtes zweckmäßig mit einer Schicht aus transparentem temperaturbeständigem Kunststoff überzogen sein, beispielsweise Epoxidharz. Dieser Überzug bildet gleichzeitig eine Primäroptik, die je nach Formgebung und Gestaltung des vorzugsweise reflektierend ausgebildeten Hintergrundes, auf dem der Halbleiterchip aufliegt, eine erste Bündelung des Strahlengangs ausgehend von dem Halbleiterchip bewirkt.

Eine sehr kostengünstige und gleichzeitig technisch bevorzugte Lösung zur Zusammenfassung der einzelnen Bauelemente des



- Leuchtmoduls ergibt sich, wenn das Leuchtmodul eine erste Leiterplatte umfasst, auf der das Trägerelement befestigt ist. Hierbei kann die erste Leiterplatte mit einer Flachseite an dem Träger anliegen und vorzugsweise mit diesem verklebt sein. Zur Abfuhr der Verlustleistung in Form von Wärme ist es sinnvoll, wenn der Träger als Kühlkörper ausgebildet ist. Die Verbindung zwischen der ersten Leiterplatte und dem Träger sollte einerseits temperaturbeständig und andererseits gut wärmeleitend ausgebildet sein. Ein kostengünstiger Werkstoff für den als Kühlkörper ausgebildeten Träger ist Aluminium. In gleicher Weise kann das Ansteuermodul eine zweite Leiterplatte umfassen, welche mit einer Flachseite an dem Träger anliegt und ebenso befestigt werden kann.
- Bei der Wahl der Lichtfarben, welche mittels der Halbleiterchips emittierbar sind, ergeben sich für die Anwendung in einem Head-Up-Display besonders zweckmäßige Kombinationen von Halbleiterchips. Ein Leuchtmodul weist hierbei vorzugsweise 1, 2, 3 oder 4 Halbleiterchips auf, was sich hinsichtlich der Verlustleistung und der erzeugten Helligkeit als besonders sinnvoll erwiesen hat.
- Besonders vorteilhaft kann die bisher beschriebene Lichtquelle in sämtlichen Varianten für eine Bilderzeugungseinheit, insbesondere für ein Head-Up-Display verwendet werden.

Mit Vorteil ist der dem Lichtmodul eigenen Primäroptik in dem von der Lichtquelle ausgehenden Strahlengang eine Sekundäroptik nachgeordnet. Zweckmäßig kann diese Sekundäroptik einen Reflektor umfassen, wobei der Reflektor vorzugsweise zumindest teilweise totalreflektierend ausgebildet ist, was optische Verluste nahezu eliminiert. Eine besonders kostengünstige Lösung besteht darin, dass der Reflektor aus einem trans-

missiven Polymer besteht. Hierbei besitzt der Reflektor eine im Wesentlichen kegelige oder pyramidische Außenkontur, wobei sich der Querschnitt des Reflektors in Lichthauptausbreitungsrichtung zur Bündelung aufweitet. Im Einzelnen ist es zweckmäßig, wenn das aus der Primäroptik des Leuchtmoduls austretende Licht in eine Einkoppelseite des Reflektors eintritt, in dem Reflektor nahezu ausschließlich Totalreflektionen erfährt und in einem Lichtkegel aus einer Auskoppelseite austritt. Hierbei ist der Reflektor für eine Verwendung in einer erfindungsgemäßen Bilderzeugungseinheit besonders vorteilhaft ausgebildet, wenn er einen sich aufweitenden Lichtkegel abstrahlt, der eine Begrenzungsfläche aufweist, welche Begrenzungsfläche mit einer zentral durch den Lichtkegel in Lichthauptausbreitungsrichtung verlaufenden Zentralachse einen Winkel von etwa  $5^\circ$  bis  $15^\circ$  bildet. Dieses Merkmal lässt sich besser verwirklichen, wenn die Außenkontur des Reflektors konvex ist, wobei es sich als besonders zweckmäßig erwiesen hat, wenn die Außenkontur des Reflektors als sich in Lichthauptausbreitungsrichtung aufweitender Rotationsparaboloid ausgebildet ist und dem Rotationsparaboloid ein Polynom fünfter Ordnung zugrunde liegt. Die Einkoppelverluste des Reflektors lassen sich auf ein Minimum reduzieren, wenn auf der Einkoppelseite einer an dem Leuchtmodul vorgesehene Leuchtmittel zumindest teilweise aufnehmende Ausnehmung aufweist.

25

Ist eine zusätzliche Bündelung des eingekoppelten Lichtes gewünscht, ist es sinnvoll, wenn die Ausnehmung eine in Richtung der Zentralachse gegenüber der Lichtquelle angeordnete Stirnfläche aufweist, die in Richtung der Lichtquelle konvex gewölbt ist.

30

Insbesondere bei einer gewünschten flächigen Abstrahlung der Lichtquelle der Bilderzeugungseinheit ist es sinnvoll, wenn

mehrere Lichtmodulen zugeordnete Reflektoren zueinander benachbart angeordnet sind. Damit es im Bereich der Übergänge zwischen den einzelnen Reflektoren nicht zu starken Unregelmäßigkeiten der Ausleuchtung kommt, ist es zweckmäßig, wenn die Reflektoren eine Auskoppelfläche aufweisen, welche ein nahezu lückenloses nebeneinander Anordnen ermöglicht, beispielsweise, wenn die Auskoppelfläche rechteckig ist. Um dennoch auftretende Inhomogenitäten der Helligkeitsverteilung über die Gesamtfläche der Auskoppelflächen der Reflektoren zu vermeiden, ist es zweckmäßig, wenn im Strahlengang nach den Reflektoren ein gemeinsames Lichtmischmodul angeordnet ist. Im Strahlengang nach dem Lichtmischmodul kann, je nach Raumvorgaben, direkt ein durchleuchtbares Display der Bilderzeugungseinheit angeordnet werden, oder unter Zwischenschaltung eines den Strahlengang faltenden Reflektors bzw. Spiegels. Ein derartiger Reflektor bzw. Spiegel ermöglicht zudem bei einem Head-Up-Display den Tiefeneindruck bzw. den Abstandseindruck des virtuellen Bildes zu dem Fahrer zu verstärken. Je nach Bündelungseffekt der Sekundäroptik kann die Auskoppelfläche der Sekundäroptik in etwa die Größe der zu durchleuchtenden Displayfläche aufweisen. Das sich vorzugsweise an die Sekundäroptik anschließende Lichtmischmodul kann zweckmäßig kastenartig ausgebildet sein mit einer Lichteintrittsseite und einer Lichtaustrittsseite und nach innen reflektierenden Seitenwänden. Die Länge der Erstreckung in Richtung des Strahlenganges ist je nach Stärke der Helligkeitsdifferenzen im Bereich der Auskoppelfläche der Sekundäroptik festzulegen. Etwaige Inhomogenitäten in der Helligkeit und andere aus der Lichtquelle oder der Sekundäroptik stammende visuelle Störeffekte lassen sich zusätzlich oder bei nur kleinen Differenzen auch ausschließlich mittels einer im Strahlengang zwischen dem Lichtmodul und dem Display angeordneten Streuscheibe beseitigen.

Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels zur Verdeutlichung näher beschrieben. Neben diesem Ausführungsbeispiel ergeben sich für den Fachmann aus der hier beschriebenen Erfindung zahlreiche andere Möglichkeiten der Gestaltung. Insbesondere sind der Erfindung auch Merkmalskombinationen zuzurechnen, welche sich aus Kombinationen der Ansprüche ergeben, auch wenn kein ausdrücklicher dementsprechender Rückbezug angeführt ist. Es zeigen:

10 Figur 1 eine schematische, perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Bilderzeugungseinheit,

Figur 2 eine Draufsicht auf eine schematische Darstellung eines Lichtmoduls einer erfindungsgemäßen Lichtquelle,  
15

Figur 3a bis 3d  
Beispiele für eine Zusammenstellung verschiedener Farbkonfigurationen von Halbleiterchips eines Lichtmoduls.  
20

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Bilderzeugungseinheit 1 mit den wesentlichen Bestandteilen aufgeführt folgend dem von der Lichtquelle 2 ausgehenden Strahlengang 5 einer Licht-  
25 hauptausbreitungsrichtung 6: Lichtquelle 2, Sekundäroptik 3, Lichtmischmodul 4, Spiegel 7, Streuscheibe 8 und Display 9, wobei zwischen dem Spiegel 7 und der Streuscheibe 8 optional, wie in hier dargestellter Weise, noch ein Lichtkasten 10 angeordnet werden kann.

30

Die Lichtquelle 2 besteht im Wesentlichen aus einem Träger 11, einem Ansteuermodul 12 und Leuchtmodulen 13. Der Träger 11 ist als Kühlkörper aus Aluminium ausgebildet, auf dem

das Ansteuermodul 12 und die Lichtmodule 13 mit einer unbestückten Flachseite aufgeklebt sind. Die Klebung genügt hierbei jeweils hohen Ansprüchen an die Wärmeleitfähigkeit und Temperaturbeständigkeit. Das Ansteuermodul 12 weist ein als  
5 Leiterplatte ausgebildetes zweites Trägerelement 14 auf, welches mit einer stark vereinfacht dargestellten Ansteuerelektronik 15 bestückt ist. Zu dem Bestückungsumfang zählt außerdem ein Temperatursensor 16, der die Ansteuerelektronik 15 die Betriebstemperatur rückmeldet, wobei das Erreichen einer  
10 bestimmten Grenztemperatur eine Reduktion der Betriebsleistung der Leuchtmodule 13 bewirkt. Die Ansteuerelektronik 15 erhält von einer nicht dargestellten Steuereinheit pulsweitenmodulierte Signale und setzt diese in eine entsprechende Betriebsspannung für die einzelnen Leuchtmodule 13 um.

15

Die Leuchtmodule 13 stehen mit dem Ansteuermodul 12 mittels elektrischen ersten Leitungen 21 in Verbindung. Die elektrischen ersten Leitungen 21 sind als Bonddrähte ausgebildet, wobei sie sich bogenförmig gemäß dem Detail 2a von ersten  
20 Kontakten 70 des Ansteuermoduls 12 zu dargestellten zweiten Kontakten 71 der Leuchtmodule 13 erstrecken. Entsprechend sind die ersten und zweiten Kontakte 70, 71 für eine Verbindung zu einem Bonddraht geeignet ausgebildet. Sämtliche Bauelemente des Leuchtmoduls 13 sind an einem ersten Trägerelement  
25 22 befestigt, welches als Printed-Circuit-Board ausgebildet ist. Auf dem ersten Trägerelement 22 der beiden Leuchtmodule 13 befindet sich jeweils ein Leuchtmittel 24, das in die Lichthauptausbreitungsrichtung 6 im Wesentlichen in die Sekundäroptik 3 einstrahlt.

30

Die Sekundäroptik 3 weist eine dem Leuchtmittel 24 zugewandte Einkoppelseite 30 und eine der Einkoppelseite 30 gegenüber liegende Auskoppelseite 31 auf. Entlang der Lichthauptaus-

breitungsrichtung 6 hat die Sekundäroptik 3 einen sich kontinuierlich aufweitenden rechteckigen Querschnitt, so dass die Auskoppelseite 31 eine größere Fläche aufweist als die Einkoppelseite 30. Die beiden dargestellten Leuchtmodule 13 sind  
5 derart beabstandet benachbart angeordnet, dass die Auskoppelseite 31 der den beiden Leuchtmodulen jeweils zugeordneten Sekundäroptiken 3 sich nahezu nahtlos aneinanderfügen. Die Sekundäroptiken 3 sind als totalreflektierende transmissive Kegelstümpfe aus einem transparenten Polymer ausgebildet.

10

Der sich im Strahlengang anschließende Lichtmischer besteht im Wesentlichen aus einer eine Lichteintrittsseite 40 und eine Lichtaustrittsseite 41 abgrenzenden Seitenwänden 42, wobei der sich in Lichthauptausbreitungsrichtung 6 ergebende Querschnitt des Lichtmischmoduls 4 im Wesentlichen den Abmessungen des Displays 9 entspricht.  
15

Auf dem Ansteuermodul 12 und dem Lichtmodul (13) ist jeweils ein Temperatursensor (60, 61) in gut Wärme leitender Verbindung angeordnet. Die Temperatursensoren (60, 61) melden die lokal gemessene Temperatur an die Ansteuerelektronik (15),  
20 welche die Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von dem Messergebnis begrenzt, so dass die zulässigen Temperaturen nicht überschritten werden.

25

Das in Figur 2 im Detail dargestellte Leuchtmodul 13 besteht im Wesentlichen aus dem Leuchtmittel 24 und zweiten Leitungen 25, wobei das Leuchtmittel 24 und die zweiten Leitungen 25 auf dem ersten Trägerelement 22 angeordnet und befestigt sind. Das Leuchtmittel 24 steht mit den zweiten Leitungen 25 mittels im Detail [2a] dargestellter dritter Leitungen 27, welche als Bonddrähte ausgebildet sind, in elektrisch leitender Verbindung. Das Leuchtmittel 24 selbst ist auf dem  
30



als Leiterplatte ausgeführten ersten Trägerelement 22 gut wärmeleitend und temperaturbeständig aufgeklebt.

Das Leuchtmittel 24 weist ein besonders temperaturbeständiges  
5 drittes Trägerelement 50 auf, welches als Keramikplättchen aus Aluminiumoxyd ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ausgebildet ist. Das dritte Trägerelement 50 ist Trägerin einer Leiterschicht 51, Halbleiterchips 52-55 und einer Primäroptik 56. Die Leiterschicht 51 besteht aus mehreren Leiterbahnen 57, die mit den zweiten  
10 Leitungen 25 in bereits erwähnter Weise mittels als Bonddrähte ausgebildeten dritten Leitungen 27 elektrisch leitend verbunden sind. Einige der Leiterbahnen 57 münden in eine unter den Halbleiterchips vorgesehene Kontaktfläche und andere in eine aus Bonddrähten bestehende Bondverbindung 59 auf die gegenüber liegende Seite der Halbleiterchips 52-55. Die Primäroptik 56 besteht aus temperaturbeständigem, transparentem  
15 Kunststoff, der gleichzeitig die Bonddrahtverbindungen 59 der Halbleiterchips 52-55 vor äußeren mechanischen oder chemischen Einflüssen schützt.

20

Die Figur 3 zeigt verschiedene Zusammenstellungen von Halbleiterchips 52-55, wobei Figur 3a die Anordnung eines Halbleiterchips 52 auf dem Leuchtmodul 13, die Figur 3b die Anordnung zweier Halbleiterchips 52, 53, die Figur 3c die Anordnung dreier Halbleiterchips 52-54 und die Figur 3d die Anordnung vierer Halbleiterchips 52-55 auf dem dritten Trägerelement 50 zeigt. Die dargestellten Anordnungen in Zweier, Dreier und Vierer-Gruppen sind hinsichtlich der Abstrahlcharakteristik besonders vorteilhaft. Je nach gewünschter Emissionsfarbe kann bei der in 3a dargestellten Anordnung ein  
25 Halbleiterchip 52 gewählt werden, der Licht weißer, roter, grüner oder blauer Farbe emittiert. Für die Anwendung in einem Head-Up-Display ist die Verwendung der Farben Rot und  
30

Grün von besonderem ergonomischem Vorteil, weshalb die ausschließliche Verwendung roter und grün emittierender Halbleiterchips 52, 53, 54 für die in Figuren 3b, 3c dargestellte Anordnung empfehlenswert ist. Diese Farben ermöglichen beste Ablesbarkeit bei fast allen Umgebungslichtbedingungen. Ist eine größere Farbauswahl gewünscht, kann bei Akzeptanz geringerer Helligkeit auch die Zusammenstellung Rot, Grün, Blau für drei Halbleiterchips 52-55 gewählt werden. Den Helligkeits- und Farbanforderungen im Head-Up-Display folgend, ist die die Verwendung zweier grün emittierender Halbleiterchips 52-55 bei der Anordnung dreier Halbleiterchips 52, 53, 54 gemäß Figur 3d zweckmäßig.

Patentansprüche

1. Lichtquelle (2) mit mindestens einem Leuchtmodul (13) und einem Ansteuermodul (12) mit einer Ansteuerelektronik (15), d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Leuchtmodul (13) und das Ansteuermodul (12) jeweils ein eigenes Trägerelement (14, 22) aufweisen, das Leuchtmodul (13) ein erstes Trägerelement (22) aufweist und das Ansteuermodul (12) ein zweites Trägerelement (14) aufweist und mit einem gemeinsamen Träger (11) in zueinander befestigender Verbindung stehen, wobei das Leuchtmodul (13) mit dem Ansteuermodul (12) mittels elektrischer erster Leitungen (21) in Verbindung steht, welche derart ausgebildet sind, dass thermisch verursachte Relativbewegungen zwischen dem Ansteuermodul (12) und dem Leuchtmodul (13) von der Verformung der ersten Leitungen (21) zerstörungsfrei aufgenommen werden.
2. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die elektrischen ersten Leitungen (21) zur Verbindung des Leuchtmoduls (13) mit dem Ansteuermodul (12) als Bonddrähte ausgebildet sind.
3. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Leuchtmodul (13) mindestens einen Halbleiterchip (52, 53, 54, 55) aufweist, der auf einer Leiterschicht (51) in elektrisch leitender Verbindung mit der Leiterschicht (51) angeordnet ist.
4. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Halbleiterchip (52, 53, 54, 55) eine Leistungsaufnahme von mindestens 0,5 Watt aufweist

5. Lichtquelle (2) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterschicht (51) auf einem drittem Trägerelement (50) aus Keramik aufgebracht ist.
- 5 6. Lichtquelle (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramik ein Wärmeleitender Hybrid ist.
7. Lichtquelle (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramik eine Aluminiumoxidkeramik ist.
8. Lichtquelle (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramik einen Wärmeleitkoeffizient von mindestens 5 K/W aufweist und ein elektrischer Isolator ist.
- 15 9. Lichtquelle (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Trägerelement (50) an dem ersten Trägerelement (22) befestigt ist.
- 20 10. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterschicht (51) zumindest teilweise aus einem Gemisch umfassend Silber und Platin besteht.
- 25 11. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterschicht (51) Leiterbahnen (57) umfasst, welche mit der von der Leiterschicht (51) fort weisenden Seite des Halbleiterchips (52, 53, 54, 55) mittels mindestens einer zweiten als

Bonddraht ausgebildeten elektrischen Leitung (25) in Verbindung stehen.

12. Lichtquelle (2) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Leiterbahnen (57) der Leiterschicht (51) mittels dritter elektrischer Leitungen (27) an dem Übergang des dritten Trägerelements (50) zu Leitungen (25), welche mit dem Ansteuermodul (12) in elektrisch leitender Verbindung stehen, verbunden sind und die dritten Leitungen (27) als Bonddrähte ausgebildet sind.

13. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmodul (13) mehrere Halbleiterchips (52, 53, 54, 55) umfasst und die Leiterschicht (51) sowie die Verbindung derart ausgebildet ist, dass mindestens zwei Halbleiterchips (52, 53, 54, 55) mittels der Leiterbahnen (57) von einander unabhängig mit elektrischer Spannung beaufschlagbar sind.

14. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmodul (13) zwei Halbleiterchips (52, 53) umfasst, wobei mittels eines ersten Halbleiterchips (52) Licht in roter Farbe, mittels eines zweiten Halbleiterchips (53) Licht in grüner Farbe emittierbar ist.

15. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmodul (13) vier Halbleiterchips (52, 53, 54, 55) umfasst, wobei mittels eines ersten und zweiten Halbleiterchips (52, 53) Licht in roter Farbe, mittels eines dritten und vierten Halb-

leiterchips (54, 55) Licht in grüner Farbe emittierbar ist.

16. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass das Leuchtmodul (13) 3 Halb-  
5 leiterchips (52, 53, 54) umfasst, wobei mindestens mit-  
tels einem Licht in roter und mindestens mittels eines  
weiteren Licht in grüner Farbe emittierbar ist.

17. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass das Leuchtmodul (13) 4 Halb-  
0 leiterchips (52, 53, 54, 55) umfasst, wobei mittels eines  
ersten und zweiten Halbleiterchips (52, 53) Licht in grü-  
ner Farbe, mittels eines dritten Halbleiterchips (54)  
Licht in roter Farbe mittels eines vierten Halbleiter-  
chips (55) Licht in blauer Farbe emittierbar ist.

15 18. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass das Leuchtmodul (13) eine  
erste Leiterplatte umfasst, auf der das dritte Trägerele-  
ment (50) befestigt ist.

20 19. Lichtquelle (2) nach Anspruch 18, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass das erste Trägerelement (22)  
als Leiterplatte ausgebildet ist und mit einer Flachseite  
an dem Träger (11) anliegt.

25 20. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass der Träger (11) als Kühlkör-  
per ausgebildet ist.



21. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (11) aus Aluminium besteht.
- 5 22. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Trägerelement (14) als Leiterplatte ausgebildet ist, welche mit einer Flachseite an dem Träger (11) anliegt.
- 10 23. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmodul (13) und/oder das Ansteuermodul (12) mittels Klebstoffs an dem Träger (11) befestigt sind.
- 15 24. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einem Ansteuermodul (12) mehrere Leuchtmodule (13) zugeordnet sind.
- 25 25. Lichtquelle (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Ansteuermodul (12) und/oder an dem Leuchtmodul (13) ein Temperatursensor (60, 61) angeordnet ist.
- 20 26. Bilderzeugungseinheit (1) für ein Head-Up-Display mit einer Lichtquelle (2) gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 25 27. Bilderzeugungseinheit (1) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass in dem von der Lichtquelle (2) ausgehenden Strahlengang (5) eine Sekundäroptik (3) nachgeordnet ist.

28. Bilderzeugungseinheit (1) nach Anspruch 26 oder 27,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Sekun-  
däroptik (3) einen Reflektor umfasst.
29. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vor-  
5 hergehenden Ansprüche 26 bis 28, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass der Reflektor totalreflek-  
tierend ausgebildet ist.
30. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens Anspruch 29,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Re-  
10 flektor aus einem transmissiven Polymer besteht.
31. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens Anspruch 29  
oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass  
der Reflektor eine im Wesentlichen kegelige oder pyrami-  
dische Außenkontur aufweist.
- 15 32. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vor-  
hergehenden Ansprüche 26 bis 31, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass der Reflektor eine Einkop-  
pelseite (30), auf der Licht mindestens einer Lichtquel-  
le (2) eintritt und eine Auskoppelseite (31), auf der  
20 eingekoppeltes Licht austritt, aufweist.
33. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vor-  
hergehenden Ansprüche 26 bis 32, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass der Reflektor einen sich  
aufweitenden Lichtkegel abstrahlt, der eine Begrenzungs-  
25 fläche aufweist, welche Begrenzungsfläche mit einer zent-  
ral durch den Lichtkegel in Lichthauptausbreitungsrich-  
tung (6) verlaufenden Zentralachse einen Winkel von et-  
wa  $5^\circ$  -  $15^\circ$  bildet.

34. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur des Reflektors konvex ist.

5 35. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur des Reflektors als sich in Lichthauptausbreitungsrichtung (6) aufweitender Rotationsparaboloid ausgebildet ist und dem Rotationsparaboloid ein Polynom 5ter Ordnung zugrunde liegt.

10 36. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor auf der Einkoppelseite eine an dem Leuchtmodul (13) vorgesehene Leuchtmittel (24) zumindest teilweise aufnehmende Ausnehmung aufweist.

15 37. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung eine zylindrische, sich parallel zur Zentralachse erstreckende, seitliche Begrenzungskontur aufweist.

20 38. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung eine in Richtung der Zentralachse gegenüber der Lichtquelle (2) angeordnete Stirnfläche aufweist, welche in Richtung der Lichtquelle (2) konvex gewölbt ist.

39. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor eine Austrittsfläche mit einem Diagonalmaß von etwa 20 mm aufweist.
40. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung ein Diagonalmaß von etwa 5mm aufweist.
41. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Leuchtmodulen (13) zugeordnete Reflektoren zueinander benachbart angeordnet sind.
42. Bilderzeugungseinheit (1) nach Anspruche 41, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang (5) nach den Reflektoren ein gemeinsames Lichtmischmodul (3) angeordnet ist.
43. Bilderzeugungseinheit (1) nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass im Anschluss an das Lichtmischmodul (3) ein durchleuchtbares Display (9) angeordnet ist.
44. Bilderzeugungseinheit (1) nach Anspruch 42 oder 43, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtmischmodul (3) kastenartig mit einer Lichteintrittseite (40) und einer Lichtaustrittseite (41) ausgebildet ist und nach innen reflektierende Seitenwände (42) aufweist.

45. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der Ansprüche 43 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang (5) zwischen dem Lichtmodul und dem Display mindestens ein Spiegel (7) angeordnet ist, der den Strahlengang (5) faltet.

46. Bilderzeugungseinheit (1) nach mindestens einem der Ansprüche 43 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang (5) zwischen dem Leuchtmodul (13) und dem Display (9) eine Streuscheibe (8) angeordnet ist.

10

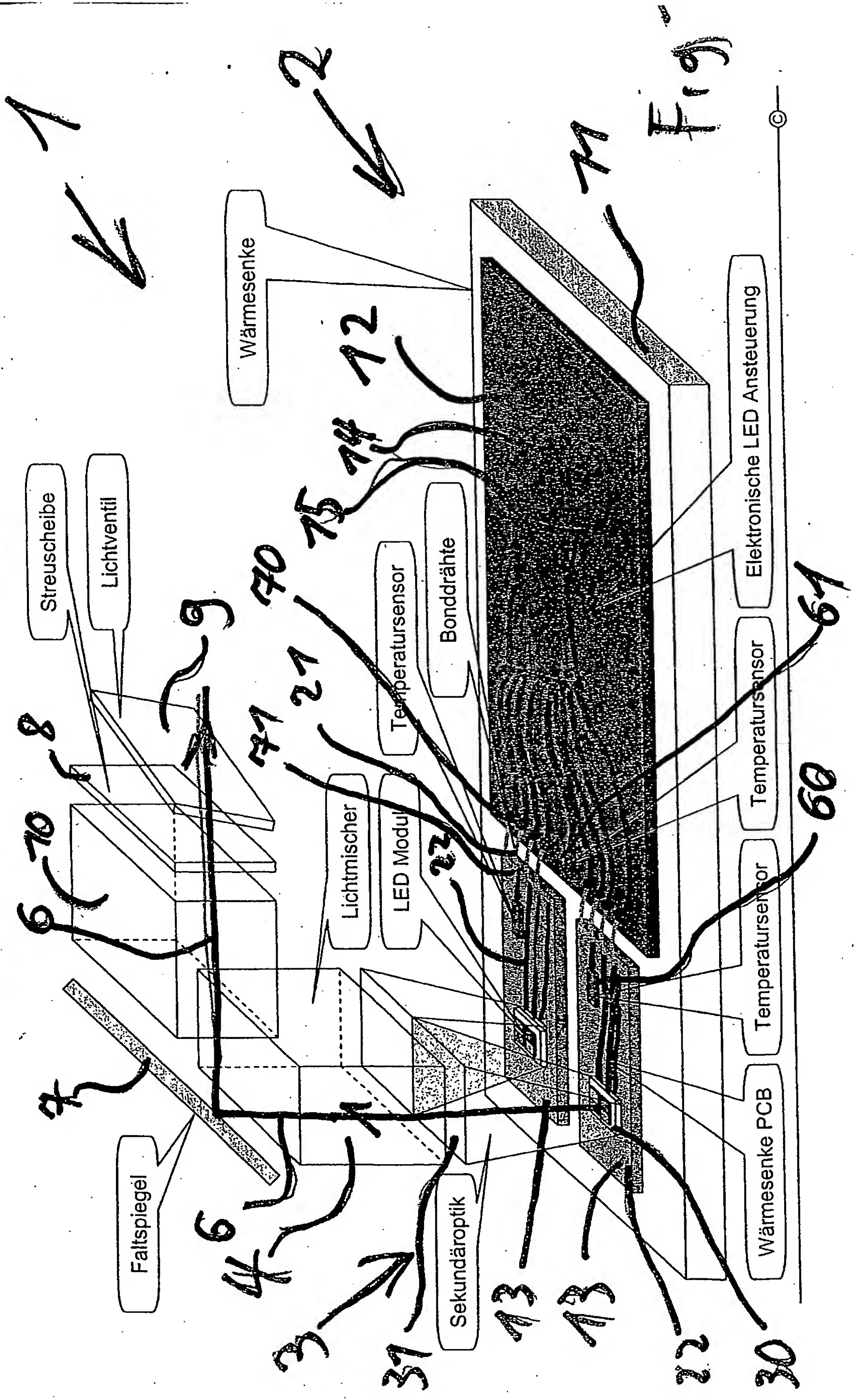
Zusammenfassung

Lichtquelle für Bilderzeugungseinheit

5 Die Erfindung betrifft eine Lichtquelle (2) mit mindestens  
einem Leuchtmodul (13) und einem Ansteuermodul (12) mit einer  
Ansteuerelektronik. Außerdem ist eine Bilderzeugungseinheit  
(1) für ein Head-Up-Display mit einer erfindungsgemäßen  
Lichtquelle (2) Gegenstand der Erfindung. Herkömmliche Lösun-  
10 gen benötigen für angemessene Helligkeit einen zu großen Bau-  
raum oder sind nicht serientauglich. Die Erfindung hat es  
sich zur Aufgabe gemacht eine hohe Helligkeit, geringen Raum-  
bedarf und Serientauglichkeit insbesondere für ein Head-Up-  
Display miteinander zu vereinen. Erfindungsgemäß wird vorge-  
15 schlagen, dass das Leuchtmodul (13) und das Ansteuermodul  
(12) jeweils ein eigenes Trägerelement (14, 22) aufweisen die  
mit einem gemeinsamen Träger (11) in zueinander befestigender  
Verbindung stehen, wobei das Leuchtmodul (13) mit dem Ansteu-  
ermodul (12) mittels elektrischer erster Leitungen in Verbin-  
20 dung steht, welche derart ausgebildet sind, dass thermisch  
verursachte Relativbewegungen zwischen dem Ansteuermodul (12)  
und dem Leuchtmodul (13) von der Verformung der Leitungen  
zerstörungsfrei aufgenommen werden:

25 Figur 1





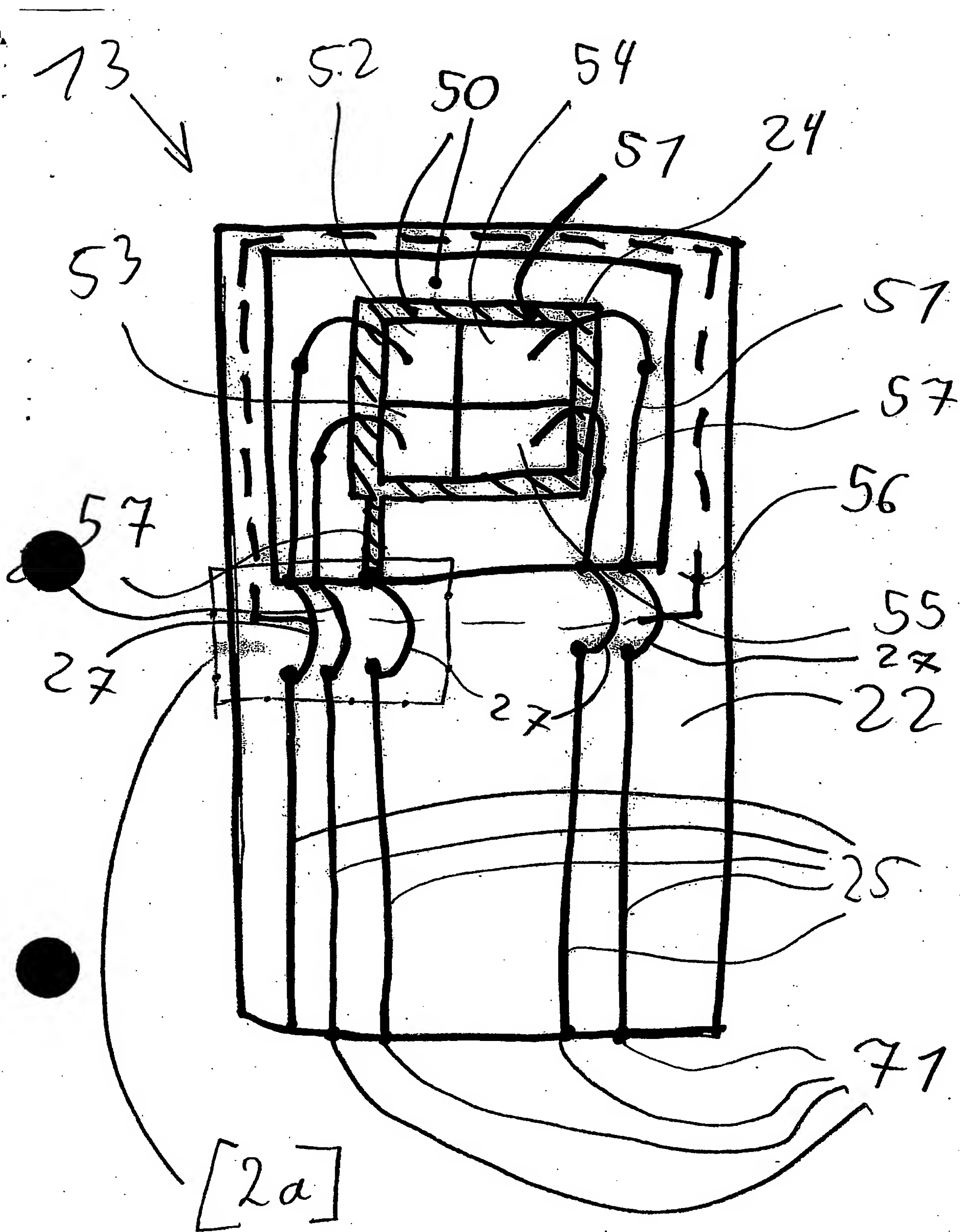


Fig 2

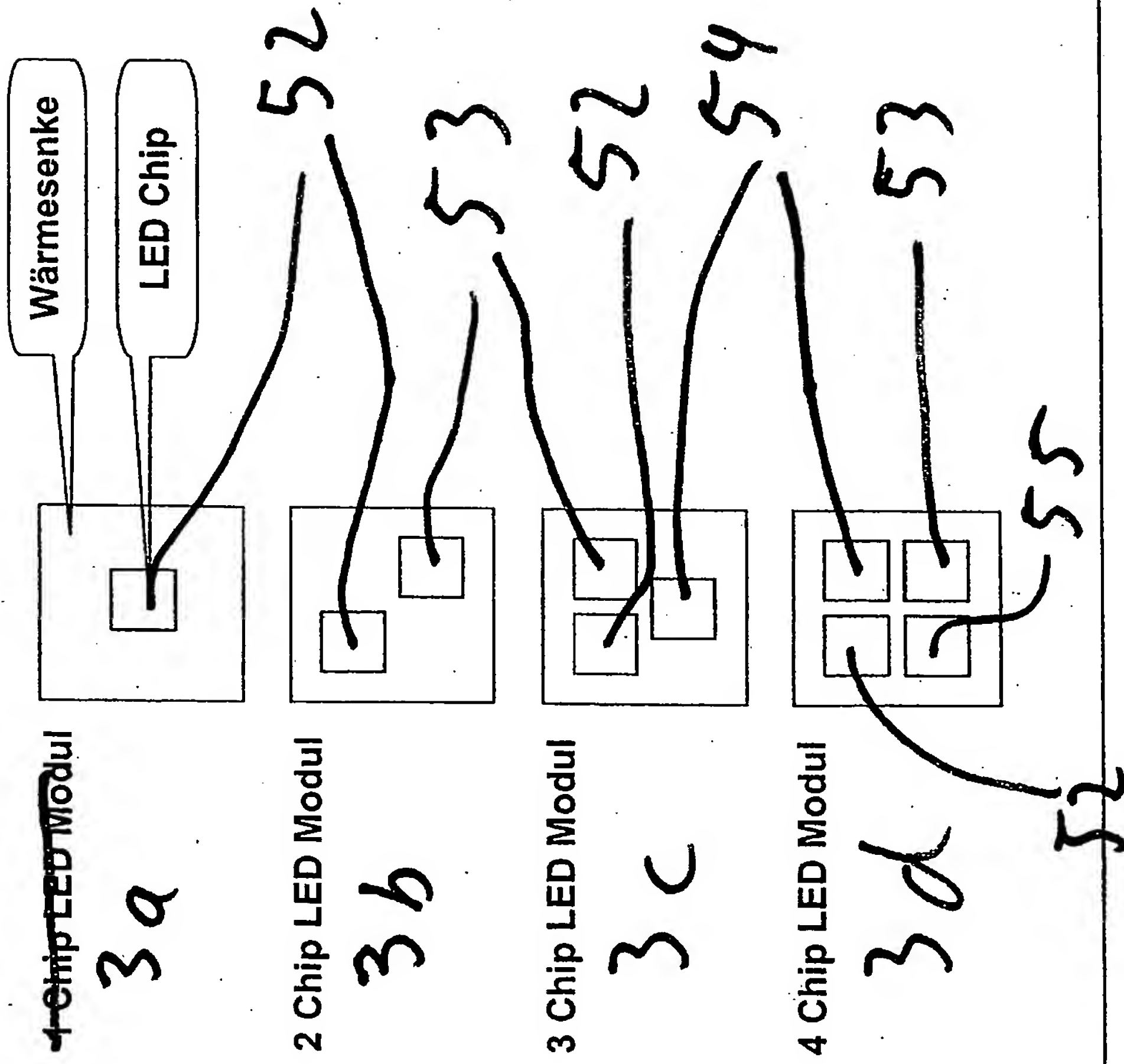


Fig 3